

탈지에 의한 멥쌀가루 성질의 변화

이현주 · 신말식

전남대학교 가정대학 식품영양학과

Changes in the Properties of Nonwaxy Rice Flours by Lipid Extraction

Hyun-Ju Lee and Mal-Shick Shin

Department of Food and Nutrition, Chonnam University, Kwangju Korea

Abstract

The effects of defatting by ether or 85% methanol on the properties of nonwaxy rice flours (Odaebyeo and Mankeumbyeo) were investigated. Starch granules in the rice flour were all polygonal and showed all A-type crystalline patterns regardless of defatting. Amylose content of the rice flour extracted by ether (crude lipid-defatted rice flour, CLDRF) was similar to the untreated (untreated rice flour, URF), however, that of 85% methanol (total lipid-defatted rice flour, TLDRF) was increased. Defatting decreased the water binding capacities of rice flour in all samples. The swelling power of rice flour was higher in Odaebyeo than Mankeumbyeo, and that of CLDRF showed a similar pattern to the untreated. Swelling power was the highest in TLDRF up to 85°C, but decreased in the following order CLDRF > URF > TLDRF at above 95°C. A similar pattern was observed in the leached soluble fraction, and its apparent amylose content was increased rapidly at above 85°C.

Key words: nonwaxy rice flour, lipid defatted rice flour, leached soluble fraction, apparent amylose

I. 서 론

쌀의 대부분을 차지하는 전분은 아밀로오스와 아밀로펙틴이 서로 결합된 micell의 구조를 이루고 있는데 이들 전분내에 있는 지방질은 주로 전분립 표면에 붙어 있는 surface starch lipid와 전분립 내에 단단하게 결합되어 있는 internal starch lipid로 존재한다¹⁾. 일반적으로 곡류 전분의 지방질은 대부분 internal starch lipid인데 전분의 구성 성분인 아밀로오스와 나선상의 복합체를 형성하여 물분자의 침투를 막는 역할을 하고 전분의 호화를 억제한다^{2,3)}.

아밀로오스와 지방질의 복합체의 형성에 의해 팽윤력, 용해도, 물결합 능력과 같은 전분의 물리화학적 특성이 달라지며, 그 정도는 전분의 종류나 지방질의 종류에 따라 다른 경향을 보인다. Maningat와 Juliano³⁾는 쌀전분의 호화 온도가 탈지에 의해 낮아진다고 하였고 Hibi 등⁴⁾은 탈지에 의해 쌀전분을 가열함에 따라 용출되는 가용성 탄수화물 양이 증가한다고 하였다.

메탄올로 전분을 탈지하면 아밀로오스와 지방질 복

합체가 유리되고, 지방산염을 첨가하면 일부는 아밀로오스와 지방질 복합체를 이루지만 일부는 표면지질로 남아 있게 되는데 이런 지방질 전분의 결합이 전분의 이화학적 성질을 변화시킨다⁵⁾ 하였다. 전분을 탈지하거나 지방질을 첨가했을 때 전분의 이화학적 성질과 호화 특성이 달라지는데 이는 전분의 종류에 따라 서로 큰 영향을 받는 것으로 알려져 있다⁶⁻¹⁰⁾.

Medcalf 등¹¹⁾은 전분내의 극성과 비극성 지방질도 전분의 pasting 특성에 영향을 주어 극성 지방질은 최고 점도를 낮추고 무정형 부분의 수화를 저지시키며 비극성 지방질은 최고 점도를 증가시키고 미셀 부분의 수화를 억제시킨다고 하였다. 지방질은 소량 함유되어 있지만 식품의 여러 성질을 변화시키며 이런 변화는 함유된 지방질의 종류나 함량 등에 영향을 받는다.

쌀가루를 이용한 식품을 개발할 때 지방질을 추출하면 물성에 어떤 영향을 미치는지 알아보기 위해 본 연구에서는 수확 시기가 다른 두 품종의 멥쌀 가루로 에테르와 메탄올을 이용하여 지방질을 추출하였고 탈지 시료로부터 이화학적 성질과 가열 용출 양상을 비교하였다.

II. 재료 및 방법

1. 재료

본 실험에 사용한 멥쌀은 1994년에 수확된 것으로서 조생종인 오대벼와 만생종 만금벼를 농촌진흥청에서 구하였다.

2. 쌀가루 제조 및 일반성분 분석

쌀가루는 백미로 도정한 쌀을 분쇄기(FM-680W, 한일사, 한국)로 마쇄하여 실온에서 건조시킨 다음 45메쉬 체를 통과시켜 제조하였으며 일반성분은 AOAC 방법¹²⁾으로 수분, 회분, 조단백질, 조지방질과 총지방질을 분석하였다.

3. 쌀가루의 탈지방법

쌀가루의 탈지는 Soxhlet 장치를 이용하여⁷⁾ 추출 용매를 에테르와 85% 메탄올을 사용하였으며 조지방질 탈지 쌀가루 시료는 무수 에틸 에테르로 16시간, 총지질 탈지 쌀가루 시료는 85% 메탄올로 48시간 추출하였고, 각각을 실온에서 건조하여 100 메쉬 체를 통과시켰다.

4. 전분입자의 형태

쌀가루의 성상과 표면 형태는 주사전자 현미경(Scanning Electron Microscope, JEOL JSM-35, Japan)으로 2000배 확대하여 관찰하였다¹³⁾.

5. 이화학적 성질

물결합 능력은 Medcalf 및 Gilles 방법¹⁴⁾에 따라, 아밀로오스 함량은 Willams 등¹⁵⁾의 비색법에 의해 측정하였다. 아밀로오스 표준곡선은 Montgomery와 Senti 방법¹⁶⁾으로 쌀전분의 아밀로오스와 아밀로펙틴으로 분리한 다음 일정 비율로 혼합하여 위와 같은 방법으로 실시하였다.

팽윤력과 용해도는 65~95°C에서 Schoch법¹⁷⁾으로 실시하였으며 총당은 페놀-황산법¹⁸⁾으로 측정하였고 쌀가루의 가열에 따른 가용성 성분의 분석은 Juliano 등의 방법¹⁹⁾에 따라 실시하였다.

X선 회절도는 X-ray diffractometer(Rigaku Co., Japan)을 사용하여 target: Cu-K α , Filter: Ni, 35 kv, 15 mA, full scale range: 1 \times 103 cp에서 2 θ 40~0°까지 회절시켜 분석하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 일반 성분

Table 1. Proximate composition of various rice flours

Variety	Crude protein (%)	Ash (%)	Lipid (%)	
			Crude	Total
Odaebyeo	8.64	0.17	0.39	1.54
Mankeumbyeo	8.03	0.17	0.29	1.50

*14% moisture content basis.

시료 쌀가루의 일반 성분은 Table 1과 같이 큰 차이를 보이지 않으나 오대벼 쌀가루의 조단백질과 조지방질의 함량이 각각 8.64%, 0.39%로 만금벼의 8.03%, 0.29%에 비해 조금 더 높았다.

2. 쌀가루 입자의 성상

쌀가루 입자는 Fig. 1에서 본 표면 구조에서 볼 수 있는 바와 같이 각 처리 시료 모두 전형적인 쌀전분의 성상을 보여 조지방질 또는 총지방질의 탈지과정에서 전분립의 손상이 없었음을 알 수 있었으며, 이는 탈지한 고구마²⁰⁾나 다른 품종의 쌀전분⁹⁾의 결과와 같았다.

3. X-선 회절도

X-선 회절도는 Fig. 2와 같다. 오대벼와 만금벼의 무처리 쌀가루와 조지방질 또는 총지방질을 탈지한 쌀가루 모두 회절각도(2 θ), 15.0°, 16.5~17.2°, 17.8~18.2°, 22.9~23.0°에서 비교적 강한 피크강도를 나타내어 쌀전분의 결정형인 A형의 전형적인 형태를 보였다.

4. 아밀로오스 함량

쌀가루의 아밀로오스 함량은 Table 2와 같이 오대벼는 13.97%, 만금벼는 13.43%로 큰차이가 없었으며, 쌀가루의 전분에 전분 함량을 80%로 하였을 때 각각 17.46%, 16.79%로 두 품종 모두 저아밀로오스 멥쌀에 속하였다. 탈지정도에 따라 아밀로오스 함량이 무처리 쌀가루에 비해 증가하는 경향을 보여 주었다. 조지방질을 탈지한 쌀가루는 약간 증가하였으나 총지방질을 탈지한 쌀가루는 함량의 차이가 크지 않았으며 쌀 품종간의 차이는 거의 보이지 않았다. 에테르로 추출한 경우에 겔보기 아밀로오스 함량의 증가는 적었으나 메탄올로 추출하였을 때는 겔보기 아밀로오스 함량이 급격히 증가한 것으로도 전분 중에 아밀로오스와 지방질의 복합체는 주로 극성지방질에 의해 이루어짐을 알 수 있었다. 오대벼의 경우에는 조지방질 함량이 더 많아 에테르 추출 후에 요드 친화력이 더 증가한 것으로 생각되었으며 이는 Maningat와 Juliano⁹⁾ 및 Ohashi 등²⁰⁾의 보고와 일치하였다.

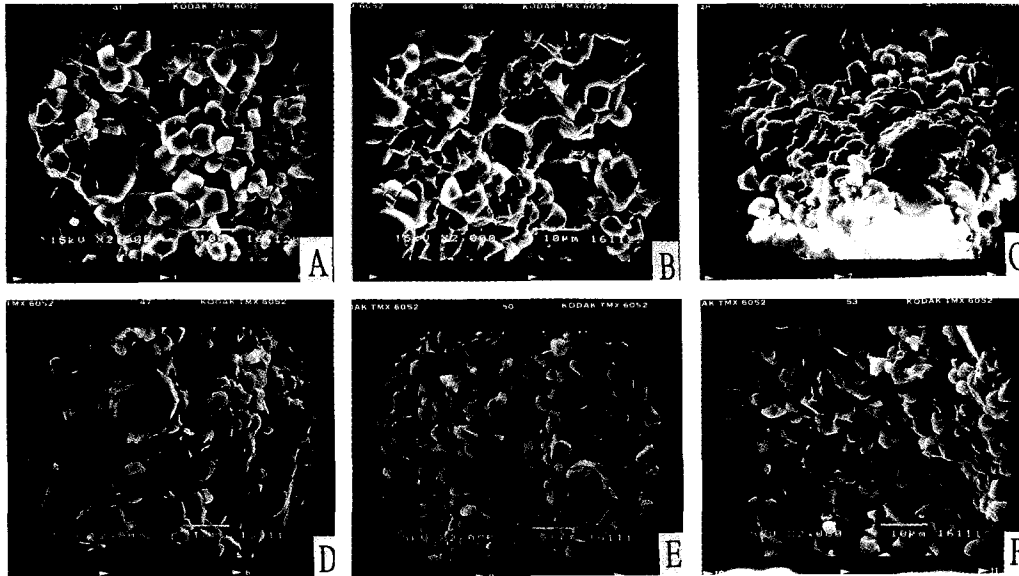


Fig. 1. Scanning electron micrographs of rice flours.
 A: Odaebyeo rice flour, B: crude lipid defatted Odaebyeo rice flour, C: Total lipid defatted Odaebyeo rice flour, D: Mankeumbyeo rice flour, E: Crude lipid defatted Mankeumbyeo rice flour, F: Total lipid defatted Mankeumbyeo rice flour.

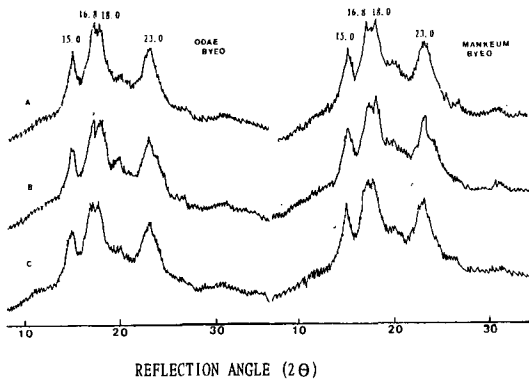


Fig. 2. X-ray diffraction patterns of rice flours.
 A: Untreated rice flour, B: Crude lipid defatted rice flour, C: Total lipid defatted rice flour.

5. 물결합 능력

물결합 능력은 Table 2와 같이 만금벼의 쌀가루가 오대벼보다 조금 더 높았는데 오대벼의 조지방질 함량이 높은 것으로 보아 쌀가루의 표면에 함유된 지방질이 물결합력에 영향을 주는 것으로 생각되었다.

탈지정도에 따라서는 큰 차이는 없으나 약간 감소되었으며 감소 정도는 오대벼가 더 컸다. 이는 보리, 고구마, rye, triticale 등의²⁰⁾ 탈지 곡류와 다른 양상을 보였으며 김 등⁹⁾의 쌀전분을 탈지했을 때 나타난 결과와 유사한 것으로 보아 전분입자의 내부 치밀도가 낮은 것이 수분 흡수가 크며²²⁾ 전분의 구조가 전분의 중

Table 2. Apparent amylose content and water binding capacity of untreated and defatted rice flours

Sample	Moisture (%)	Apparent amylose	Water binding capacity (%)
Odaebyeo			
URF	5.02	13.97(17.46)*	166.72
CLDRF	7.75	15.15	157.95
TLDRF	8.36	21.75	156.26
Mankeumbyeo			
URF	7.29	13.43(16.79)	184.70
CLDRF	7.88	13.74	183.04
TLDRF	8.44	21.81	180.15

URF: untreated rice flour, CLDRF: crude lipid defatted rice flour, TLDRF: total lipid defatted rice flour. *Percent amylose content calculated from rice starch.

류에 따라 다르게 탈지 처리에 의하여 전분 구조의 변화가 차이를 보이기 때문이다.

6. 팽윤력

모든 쌀가루 시료의 팽윤력은 Fig. 3에서와 같이 가열 온도가 높아질 수록 증가하였다. 초기 팽윤력은 비슷하였으나 가열 온도가 증가함에 따라 조생종인 오대벼 쌀가루의 팽윤력이 만생종인 만금벼 쌀가루보다 다소 높게 나타나 품종간의 차이를 보여 주었으며, 탈지 처리를 하면 팽윤력이 증가하였으나 그 정도는 탈지 용매에 따라 다른 경향을 보였다. 주로 조지방질(비극성 지질)이 제거된 경우에는 팽윤력이나 온도에

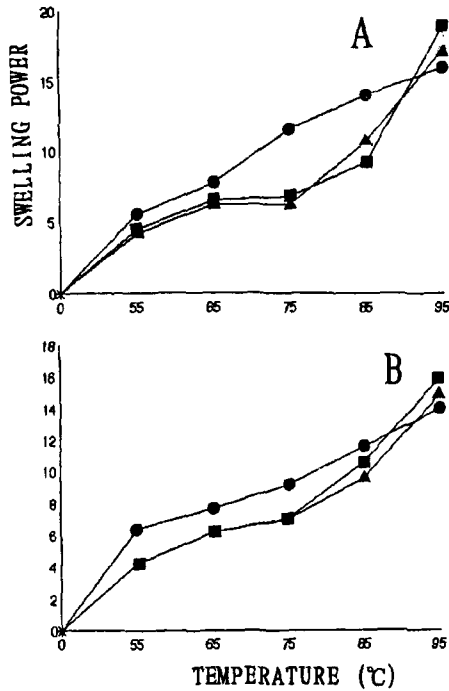


Fig. 3. Swelling power of rice flours. A: Odaemyeo, B: Mankeumbyeo, ▲-▲: Untreated rice flour, ■-■: Crude lipid defatted rice flour, ●-●: Total lipid defatted rice flour.

다른 증가 양상이 무처리 쌀가루와 비슷하였으나 총 지방질(극성지방까지 제거)을 탈지하면 85°C 근처 온도까지는 높은 팽윤력을 보였다. 특히 이 차이는 오대벼 쌀가루가 더 컸는데 쌀가루에 함유된 지방질의 차이(Table 1)에 의한 뿐만 아니라 전분의 구조나 전분

과 지방질의 결합 형태에 의해서도 영향을 받는 것으로 생각되었다.

가열온도가 95°C 이상이 되면 전분 입자의 붕괴가 나타나게 되고²³⁾ 이로 인해 팽윤력의 변화가 나타나 조지방질 탈지 시료 > 무처리시료 > 총지방질 탈지 시료의 순으로 감소하였다. 무처리 쌀가루와 조지방질 탈지 시료의 지질 성분들이 아밀로오스 나선 구조내에서 amylose-lipid complex를 이루고 있어 입자 팽창을 저해하기 때문인 것으로 생각되며 온도가 증가할수록 complex 구조가 느슨해져 일정온도가 되면 전분입자는 팽윤력이 차이를 보이는 것으로 생각되었다. 무처리 쌀가루와 조지방질 탈지 쌀가루는 75°C까지는 큰 변화가 없다가 급격히 증가한 반면 총지방질 탈지 쌀가루는 초기부터 높은 값을 보여 계속 증가하는 경향을 보였다. 이런 경향은 최 등²⁴⁾이 쌀전분을 가지고 탈지했을 때의 결과와 같았으며 총지방질 탈지하면 가열 초기 온도에서 아밀로오스가 많이 용출되고 용출된 아밀로오스와 아밀로오스끼리의 결합이 가능하여 무처리 쌀가루나 조지방질 탈지 시료에서처럼 급격한 증가 양상이 나타나지 않는 것으로 생각된다.

7. 용해도와 가용성 물질의 용출 양상

탈지된 지방질의 종류(비극성 또는 극성 지방질)에 따라 호화액의 리올리지가 달라지는데 이는 가열중에 용출되는 물질이 영향을 준다. 가열 온도가 상승됨에 따라 모든 쌀가루 시료의 가용성 물질의 용출은 증가되며 이 경향은 팽윤력과 비슷하였다.

Table 3에서는 가용성 총당 함량과 이때 용출된 겔 보기 아밀로오스 함량을 표시하였다. 무처리 쌀가루와 조지방질 탈지시료의 경우 가용성 물질은 팽윤력

Table 3. The amounts of solubles on heating condition of flours

HT ^a	65°C			75°C			85°C			95°C		
Sample	Solubles (%)	Soluble amylose (%)	SA ^b /TA ^c (%)	Solubles (%)	Soluble amylose (%)	SA/TA (%)	Solubles (%)	Soluble amylose (%)	SA/TA (%)	Solubles (%)	Soluble amylose (%)	SA/TA (%)
Odae												
URF	2.13 ^c	0.01	0.06	2.18 ^c	0.02	0.14	5.52 ^b	0.06	0.46	17.59 ^b	0.13	0.92
CLDRF	2.27 ^b	0.01	0.07	2.48 ^b	0.02	0.10	4.39 ^c	0.04	0.28	22.19 ^a	0.14	0.91
TLDRF	4.98 ^a	0.07	0.33	9.54 ^a	0.13	0.59	14.54 ^a	0.19	0.89	16.18 ^b	0.22	1.01
Mankeum												
URF	2.13 ^b	0.01	0.07	2.09 ^c	0.02	0.12	5.29 ^c	0.06	0.41	20.30 ^b	0.13	0.94
CLDRF	2.24 ^b	0.01	0.07	2.26 ^b	0.02	0.13	6.77 ^b	0.08	0.55	21.52 ^a	0.13	0.93
TLDRF	5.05 ^a	0.08	0.35	6.08 ^a	0.10	0.46	11.89 ^a	0.25	1.16	16.07 ^c	0.21	0.96

Solubles was expressed as total carbohydrates. HT^a: heating temperature, SA^b: soluble amylose, TA^c: total amylose content, URF: untreated rice flour, CLDRF: crude lipid defatted rice flour, TLDRF: total lipid defatted rice flour. Values with different superscripts are significantly different (p < 0.05).

과 달리 85°C에서 급격히 증가하여 극성지방질이 전분 내부에 결합되어 있을 때 전분입자는 수분 침투로 인해 팽윤되어 결합력이 느슨해 진 후에 가용성 물질이 용출되는 것으로 생각되었다.

또한 가용성물질에 함유된 겔보기 아밀로오스 함량은 아밀로오스와 지방질 복합체의 극성지방질이 제거된 탈지 시료에서는 85°C 이후 급격히 증가하여 가용성물질의 용출과 같은 경향이였다. 극성 지방질이 아밀로오스와 복합체를 형성하는 온도와 전분의 호화 온도를 형성하는 온도가 전분의 호화 온도 범위에 있으므로 65-85°C까지는 겔보기 아밀로오스의 용출이 거의 없다가 그 이후 부분적으로 결합력이 약해지면 서 아밀로오스가 용출되는 것으로 생각되었다.

멧쌀가루의 지방질을 탈지하면 전분의 성질을 변화시킬 수 있으며, 특히 아밀로오스와 결합된 극성 지방질을 제거함으로써 호화액이 가열온도에 따른 가용성 물질이나 용출 아밀로오스 함량을 증가시킬 수 있었고 조지방질만 제거하면 95°C에서의 전분입자의 팽윤을 증가시킬 수 있었다.

IV. 요 약

수확 시기가 다른 오대벼와 만금벼 쌀가루를 에테르와 85% methanol로 탈지하여 탈지된 지방질의 차이가 멧쌀가루의 성질에 미치는 영향을 조사하였다. 쌀가루 시료중 전분 입자의 형태는 다각형이었고, X-선 회절도에 의한 결정형은 A형으로 탈지에 의한 변화는 없었다. 아밀로오스 함량은 에테르로 추출한 조지방질 탈지 쌀가루의 경우 무처리 시료와 비슷하였으나 메탄올로 추출한 총지방질 탈지 쌀가루는 증가하였고, 물결합 능력은 탈지에 의해 모두 감소하였다. 온도 증가에 따른 팽윤력은 오대벼 쌀가루가 만금벼 쌀가루보다 높았으며, 품종에 관계없이 조지방질 탈지 쌀가루는 무처리 시료와 비슷한 경향을 보였다. 총지방질을 탈지하면 85°C까지는 높은 팽윤력을 보였으나 95°C 이상에서는 조지방 탈지 > 무처리 > 총지방 탈지 쌀가루 순으로 감소하였다. 모든 시료에서 가용성 물질의 용출 양상은 팽윤력과 같은 경향을 보였으며 용출된 가용성 물질의 겔보기 아밀로오스 함량은 총지방질 탈지 쌀가루를 85°C 이상 가열했을 때 급격한 증가를 보였다.

참고문헌

1. Morrison, W.R.: Starch lipids, a reappraisal. *Starch*,

33: 408 (1981).

2. Ghiasi, K., Varriano-Marston, E. and Hosenev, R.C.: Gelatinization of wheat starch, I. Excess water systems. *Cereal Chem.*, **59**(2): 81 (1982).
3. Ghiasi, K., Varriano-Marston, E. and Hosenev, R.C.: Gelatinization of wheat starch. *Cereal Chem.*, **59**(2): 86 (1982).
4. Gray, V.M. and Scoch, T.J.: Effect of surfactants and fatty adjuncts on the swelling and solubilization of granular starches. *Starch*, **14**(7): 239 (1962).
5. Maningat, C.C. and Juliano, B.O.: Starch lipids and their effect on rice starch properties. *Starch*, **32**(3): 76 (1980).
6. Hibi, Y., Kitamura, S. and Kuge, T.: Effect of lipids in the retrogradation of cooked rice. *Cereal Chem.*, **67**(1): 7 (1990).
7. Goshima, G., Abe, M., Sato, N., Ohasi, K. and Tsuge, H.: Amylographic reproducibility of defatted potato starch by the reintroduction of lipid. *Starch*, **37**: 10 (1985).
8. 최형택, 이신영, 양 용, 오두환: 탈지 및 지방산 첨가가 쌀전분의 이화학적 특성에 미치는 영향. *한국식품과학회지*, **20**(6): 834 (1988).
9. 김수경, 신말식: 탈지한 멧쌀과 찹쌀전분의 이화학적 특성. *한국식품과학회지*, **24**(4): 347 (1992).
10. 이상금, 신말식: 탈지 및 지질첨가 강남콩, 녹두와 옥수수전분의 특성. *식품과학회지*, **25**(6): 710 (1993).
11. Medcalf, D.G., Young, V.L. and Gilles, K.A.: Wheat starches. II. Effect of polar and nonpolar lipid fraction on pasting characteristics. *Cereal Chem.*, **45**: 88 (1968).
12. A.O.A.C.: Official Methods of Analysis, 14th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C. (1984).
13. MacMaster, M.M.: Microscopic techniques for determining starch granule properties In *Methods in Carbohydrate Chemistry*, Whistler, R.L.(ed), Academic Press, N.Y. **4**: 233 (1964).
14. Medcalf, D.G. and Gilles, K.A.: Wheat starches. I. Comparison of physicochemical properties. *Cereal Chem.*, **42**: 558 (1965).
15. Williams, P.C., Kuzina, F.D. and Hlynka, I. A rapid colorimetric procedure for estimating the amylose content of starches and flours. *Cereal Chem.*, **47**: 411 (1970).
16. Montgomery, E.M. and Senti, F.R.: Separation of amylose from amylopectin of starch by an extraction-sedimentation procedure. *J. Polymer Sci.*, **28**(1): (1964).
17. Schoch, T.J.: Swelling power and Solubility of granular starches. In *Methods in Carbohydrates Chemistry*, Whistler, R.L.(ed), Academic Press, N.Y. **4**: 106 (1964).

18. Dubois, M., Gilles, K., Hamilton, J.K., Robers, P.A. and Smith, F.: Colorimetric method for determination of sugar and related substances. *Anal. Chem.*, **28**: 350 (1956).
 19. Juliano, B.O., Villareal, R.M., Perez, C.M., Villareal, C.P., Takeda, Y. and Hizukuri, S.: Varietal difference in properties among high amylose rice starch. *Starch*, **39**: 390 (1987).
 20. 이신경, 신말식: 탈지와 지방질 첨가에 따른 고구마전분의 특성. *한국식품과학회지*, **23**: 341 (1991).
 21. Ohashi, K., Goshima, G., Kusuda, H. and Tsuge, H.: Effect of embraced lipid on the gelatinization of rice starch. *Starch*, **32**: 54 (1980).
 22. Lorenz, K.: Physicochemical properties of lipid free cereal starches. *J. Food. Sci.*, **41**: 1357 (1976).
 23. Sandhya Rani, M.R. and Bhattacharya K.R., Mysore: Microscopy of rice starch granules during cooking. *Starch*, **47**: 334 (1995).
-
- (1997년 10월 4일 접수)